

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3623721号  
(P3623721)

(45) 発行日 平成17年2月23日(2005.2.23)

(24) 登録日 平成16年12月3日(2004.12.3)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> F I  
 B 6 2 D 6/00 B 6 2 D 6/00  
 B 6 2 D 5/04 B 6 2 D 5/04  
 // B 6 2 D 101:00 B 6 2 D 101:00  
 B 6 2 D 119:00 B 6 2 D 119:00

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2000-220321 (P2000-220321)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成12年7月21日(2000.7.21)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2002-37109 (P2002-37109A)		東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(43) 公開日	平成14年2月6日(2002.2.6)	(73) 特許権者	000005326
審査請求日	平成13年3月15日(2001.3.15)		本田技研工業株式会社
前置審査			東京都港区南青山二丁目1番1号
		(74) 代理人	100113077
			弁理士 高橋 省吾
		(74) 代理人	100112210
			弁理士 稲葉 忠彦
		(74) 代理人	100108431
			弁理士 村上 加奈子
		(74) 代理人	100128060
			弁理士 中鶴 一隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動式パワーステアリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

操舵トルクを検出するトルクセンサから出力される操舵トルク信号に基づいてモータを駆動することにより操舵補助力を発生させ、運転者の操舵力を軽減する電動式パワーステアリング装置において、ステアリング系の静止摩擦を推定した静止摩擦推定値を求める手段と、この静止摩擦推定値に基づいて静止摩擦を補償する手段を備え、この静止摩擦補償手段は、操舵トルクの方向とモータ角速度の方向が一致したとき切り込み状態、操舵トルクの方向とモータ角速度の方向が不一致のとき戻し状態と判定し、戻し状態と判定された場合は切り込み状態と判定された場合よりも静止摩擦補償値を小さくするように補正する補正手段を有することを特徴とする電動式パワーステアリング装置。

10

【請求項2】

補正手段は、操舵トルクの関数に応じて静止摩擦補償値を補正することを特徴とする請求項1記載の電動式パワーステアリング装置。

【請求項3】

操舵トルクを検出するトルクセンサから出力される操舵トルク信号に基づいてモータを駆動することにより操舵補助力を発生させ、運転者の操舵力を軽減する電動式パワーステアリング装置において、ステアリング系の静止摩擦を推定した静止摩擦推定値を求める手段と、この静止摩擦推定値に基づいて静止摩擦を補償する手段を備え、この静止摩擦補償手段は、静止摩擦推定値の算出に用いるフィルタの周波数特性を車速に応じて変化させることを特徴とする電動式パワーステアリング装置。

20

## 【請求項4】

静止摩擦推定手段は、車速が高くなるにつれて静止摩擦推定値の算出に用いるフィルタのカットオフ周波数を低くすることを特徴とする請求項3に記載の電動式パワーステアリング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

この発明は、モータの動力により操舵力を補助する電動式パワーステアリング装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

図11は、例えば特開2000-103349号公報に示された従来の電動式パワーステアリング装置の制御ブロック図であり、1は後述する減速器を介して後述するステアリング系に接続され操舵補助力を発生するモータ、2は操舵トルク信号 $V_t$ からステアリング系の静止摩擦の推定値 $T_f$ を算出する静止摩擦演算手段、3はモータ検出電流 $I_m$ とモータ印加電圧 $V_m$ から、モータ1の逆起電力を求めてモータ角速度の推定値を算出するモータ角速度演算手段、4はモータ角速度演算手段3により求めたモータ角速度推定値を微分し、モータ角加速度の推定値 $d/dt$ を算出するモータ角加速度演算手段、5は操舵トルク信号 $V_t$ に基づき運転者の操舵力を補助する電流 $I_s$ を算出する操舵力補助電流演算手段、6は静止摩擦推定値 $T_f$ に基づきステアリング系の静止摩擦を補償する電流 $I_f$ を算出する静止摩擦補償電流演算手段、7はモータ角速度推定値に基づきステアリング系のクーロン摩擦を補償する電流 $I_c$ を算出するクーロン摩擦補償電流演算手段、8はモータ角速度推定値に基づきステアリング系の粘性摩擦を補償する電流 $I_d$ を算出する粘性摩擦補償電流検出手段、9はモータ角加速度推定値 $d/dt$ に基づいてステアリング系の慣性モーメントを補償する電流 $I_j$ を算出する慣性補償電流演算手段、10は操舵力補助電流 $I_s$ と静止摩擦補償電流 $I_f$ とクーロン摩擦補償電流 $I_c$ と粘性摩擦補償電流 $I_d$ と慣性補償電流 $I_j$ を加算したモータ目標電流 $I_{sum}$ が、モータ検出電流 $I_m$ と一致するようにモータ1の電流を制御する電流制御手段である。

## 【0003】

図12は、電動式パワーステアリング装置の全体構成図であり、11はステアリングホイール、12はステアリングシャフト、13は車両の車速を測定して車速信号 $V_s$ を出力する車速センサ、14は運転者の操舵トルクを測定して操舵トルク信号 $V_t$ を出力するトルクセンサ、15はモータ1の出力トルクをステアリングシャフト12に伝達する減速器、16は車速センサ13やトルクセンサ14等から入力される信号に基づいてモータ1を駆動するコントローラ、17はコントローラ16の電源となるバッテリーである。

## 【0004】

次に上述のような従来の電動パワーステアリング装置の動作について説明する。一般的に電動式パワーステアリング装置の制御はコントローラ16において行われる。

## 【0005】

コントローラ16は、車速信号 $V_s$ や操舵トルク信号 $V_t$ などの外部信号の取り込みや、ステアリング系の静止摩擦推定値 $T_f$ 、モータ角速度推定値、モータ角加速度推定値 $d/dt$ などの内部信号の算出を行い、次に、各電流の演算手段によりこれらの信号に基づく電流値を算出する。すなわち、操舵力補助電流演算手段5は操舵トルク信号 $V_t$ と車速信号 $V_s$ に基づいて操舵力補助電流 $I_s$ を、静止摩擦補償電流演算手段6はステアリング系の静止摩擦推定値 $T_f$ と車速信号 $V_s$ に基づいて静止摩擦電流 $I_f$ を、クーロン摩擦補償電流演算手段7と粘性摩擦補償電流演算手段8はモータ角速度推定値と車速信号 $V_s$ に基づいてクーロン摩擦補償電流 $I_c$ と粘性摩擦補償電流 $I_d$ を、慣性補償電流演算手段9はモータ角加速度推定値 $d/dt$ と車速信号 $V_s$ に基づいて慣性補償電流 $I_j$ をそれぞれ算出する。次に、以上のように算出した各電流値を、式1のように全て加算してモータ電流の制御に用いるモータ目標電流 $I_{sum}$ を求める。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

【 数 1 】

$$I_{sum} = I_s + I_f + I_c + I_d + I_j \cdots \text{式 1}$$

【 0 0 0 7 】

そして、電流制御手段 10 によりモータ目標電流  $I_{sum}$  とモータ検出電流  $I_m$  が一致するようにモータ 1 の電流を制御することでアシストトルクを発生する。

【 0 0 0 8 】

ここで、静止摩擦の補償について詳しく述べる。静止摩擦演算手段 2 ではステアリング系の静止摩擦の推定を、例えば図 13 に示すような高域通過型フィルタを操舵トルク信号  $V_t$  10 にかけることで行う。ここで、この高域通過型フィルタの時定数は、モータの機械的時定数ないし、加速定数と略同一にすればよい。求められた静止摩擦推定値  $T_f$  を図 14 に示す。

【 0 0 0 9 】

静止摩擦補償電流演算手段 6 では式 2 の演算を行うことで、ステアリング系の静止摩擦を補償する電流値を算出する。

【 0 0 1 0 】

【 数 2 】

$$I_f = \frac{1}{K_t \cdot n} \cdot T_f + \frac{T_L}{K_t} \cdot \text{sgn}(T_f - DZ) \cdots \text{式 2}$$

10

20

ただし、

$I_f$  : 静止摩擦補償電流 [A]

$K_t$  : モータトルク定数 [N・m]

$n$  : モータ減速比

$T_f$  : 静止摩擦推定値 [N・m]

$T_L$  : モータと減速機の摩擦トルク [N・m]

$DZ$  : 摩擦トルク補償不感帯 [N・m]

30

【 0 0 1 1 】

式 2 において、右辺第一項は静止摩擦推定値  $T_f$  に比例する電流を演算する線形項、右辺第二項は静止摩擦推定値  $T_f$  の出力方向にモータ 1 と減速器 15 の摩擦トルクに相当する電流を出力する非線形項である。モータ 1 の電流とステアリングシャフトにおけるモータの出力トルクが線形であるならば、右辺第一項が静止摩擦補償電流となるが、実際には、モータ 1 や減速器 15 の摩擦などの非線形な成分を含むため、右辺第二項を加えた値が静止摩擦補償電流  $I_f$  となる。

【 0 0 1 2 】

静止摩擦補償電流演算手段 6 の詳細を図 15 に示す。右辺第一項の静止摩擦推定値  $T_f$  に比例する項の演算を線形項演算手段 21 にて、右辺第二項のモータ 1 や減速器 15 の摩擦などの非線形性を補償する項の演算を非線形項演算手段 22 によって行う。なお、モータトルク定数  $K_t$ 、モータ減速比  $n$ 、モータと減速器の摩擦トルク  $T_L$ 、摩擦トルク補償不感帯  $DZ$  は電動式パワーステアリング装置の固有のパラメータとして求められる。

40

【 0 0 1 3 】

また、静止摩擦の補償はステアリングを静止状態から切り始めた時の摩擦を補償するものであるため、図 16 のように静止摩擦補償推定値  $T_f$  に対して乗じる係数  $K_f$  とモータ角速度推定値 に対する窓関数 23 を設け、係数  $K_f$  を窓関数 23 により変化させても良い。この場合の静止摩擦補償推定値を  $T_{f1}$  とすると式 3 で表される。

【 0 0 1 4 】

50

## 【数3】

$$T_{f1} = T_f \cdot K_f \cdots \text{式3}$$

## 【0015】

ここで、窓関数23の特性を図17のようにモータ角速度推定値が高くなるに従って係数 $K_f$ が小さくなるように設定することにより、モータの角速度推定値が小さいときのみ静止摩擦補償電流 $I_f$ が出力されるようになる。

## 【0016】

以上のように、静止摩擦補償電流 $I_f$ をモータ電流を加えることにより、ステアリング系の静止摩擦を補償することができ、ステアリングを静止状態から切り始めた時の引っかかり感を解消できる。また、モータ角速度推定値に対する窓関数23により、モータ角速度推定値が小さいときのみ静止摩擦補償が行うことができる。

10

## 【0017】

## 【発明が解決しようとする課題】

走行時の車両の挙動には、セルフライニングトルクによりステアリングが中立に戻る特性がある。このため、同じようにステアリングを静止状態から動かす操舵を行う場合でも、操舵力は中立付近から切り込む場合の方が切り込み状態から中立付近に戻す場合よりも大きくなる。したがって、運転者が感じる引っかかり感は、中立付近から切り込む場合の方が切り込み状態から中立付近に戻す場合よりも大きくなる。

## 【0018】

しかし、従来の技術では、中立付近から切り込む場合も、切り込み状態から中立付近に戻す場合も、操舵トルク信号の変化量が同じであれば静止摩擦の推定値は同じ値となるため、中立付近から切り込む場合に引っかかり感を感じることや、切り込み状態から中立付近に戻す場合に、操舵が軽くなりすぎたりすることがあった。

20

## 【0019】

また、一般に、車速が高くなるにつれてセルフライニングトルクが大きくなり、操舵角が小さくなるため、静止摩擦補償を十分に機能させるためには、車速が高くなるにつれて、静止摩擦補償電流を増やすとともに、操舵トルク信号の変化に対して感度を上げる必要がある。しかし、静止摩擦電流演算の線形項および非線形項のゲインを上げると、制御音が発生することや低車速域において静止摩擦が過大になることがあった。

30

## 【0020】

本発明は、以上のような問題点を解決する為になされたもので、静止摩擦の補償を操舵トルクに応じて補正することにより、操舵フィーリングを向上することを目的とする。

## 【0021】

また、静止摩擦推定値の演算の周波数特性を車速に応じて変化させることにより、車速による車両の挙動の変化に対して静止摩擦補償制御の特性をセッティング可能にし、全車速域での操舵フィーリングを向上することを目的とする。

## 【0022】

## 【課題を解決するための手段】

この発明に係る電動パワーステアリング装置は、操舵トルクを検出するトルクセンサから出力される操舵トルク信号に基づいてモータを駆動することにより操舵補助力を発生させ、運転者の操舵力を軽減する電動式パワーステアリング装置において、ステアリング系の静止摩擦を推定した静止摩擦推定値を求める手段と、この静止摩擦推定値に基づいて静止摩擦を補償する手段を備え、この静止摩擦補償手段は、操舵トルクの方向とモータ角速度の方向が一致したとき切り込み状態、操舵トルクの方向とモータ角速度の方向が不一致のとき戻し状態と判定し、戻し状態と判定された場合は切り込み状態と判定された場合よりも静止摩擦補償値を小さくするように補正する補正手段を有するものである。

40

## 【0025】

また、補正手段は、操舵トルクの関数に応じて静止摩擦補償値を補正するものである。

## 【0027】

50

さらに、操舵トルクを検出するトルクセンサから出力される操舵トルク信号に基づいてモータを駆動することにより操舵補助力を発生させ、運転者の操舵力を軽減する電動式パワーステアリング装置において、ステアリング系の静止摩擦を推定した静止摩擦推定値を求める手段と、この静止摩擦推定値に基づいて静止摩擦を補償する手段を備え、この静止摩擦補償手段は、静止摩擦推定値の算出に用いるフィルタの周波数特性を車速に応じて変化させるものである。

【0028】

さらにまた、静止摩擦推定手段は、車速が高くなるにつれて静止摩擦推定値の算出に用いるフィルタのカットオフ周波数を低くするものである。

【0029】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

以下、この発明の一実施形態を説明する。図1は、本発明による電動式パワーステアリング装置の制御ブロック図であり、従来の電動式パワーステアリング装置のコントローラ16と基本構成は同一であり、同一箇所には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。また、電動式パワーステアリング装置の全体構成図は、図12に示した従来の電動式パワーステアリング装置と同様であり、詳細な説明は省略する。

【0030】

図1において、18はモータ角速度と操舵トルク信号 $V_t$ から操舵状態信号 $S_{mode}$ を判定する操舵状態判定手段、6は静止摩擦推定値 $T_f$ と操舵状態信号 $S_{mode}$ に基づいて、静止摩擦補償値としてステアリング系の静止摩擦を補償する電流 $I_f$ を算出する静止摩擦補償電流演算手段である。

【0031】

次に動作について説明する。電動式パワーステアリング装置の制御はコントローラ16において行われる。まず、車速信号 $V_s$ や操舵トルク信号 $V_t$ などの外部信号の取り込みや、ステアリング系の静止摩擦推定値 $T_f$ やモータ角速度推定値 $\omega$ やモータ角加速度推定値 $d\omega/dt$ や操舵状態信号 $S_{mode}$ などの内部信号の算出を行う。

【0032】

次に、各電流の演算手段によりこれらの信号に基づく電流値を算出する。すなわち、操舵力補助電流演算手段5、クーロン摩擦補償電流演算手段7、粘性摩擦補償電流演算手段8、慣性補償電流演算手段9は従来の電動式パワーステアリング装置と同様に、それぞれ操舵力補助電流 $I_s$ 、クーロン摩擦補償電流 $I_c$ 、粘性摩擦補償電流 $I_d$ 、慣性補償電流 $I_j$ を演算する。

【0033】

静止摩擦補償電流演算手段6はステアリング系の静止摩擦推定値 $T_f$ と操舵状態信号 $S_{mode}$ と車速信号 $V_s$ に基づいて静止摩擦電流 $I_f$ を演算する。このように演算された各電流値は従来の電動式パワーステアリング装置と同様に加算され、モータ電流の制御に用いるモータ目標電流 $I_{sum}$ となり、電流制御手段10によってモータ目標電流 $I_{sum}$ とモータ検出電流 $I_m$ が一致するようにモータ1の電流を制御することでアシストトルクを発生する。

【0034】

ここで、静止摩擦の補償について詳しく述べる。この実施の形態1では、従来の電動式パワーステアリング装置に対して操舵状態判定手段18を追加した構成としている。操舵状態判定手段18は、図2に示すように、操舵トルク信号 $V_t$ とモータ角速度推定値 $\omega$ が同方向の場合、すなわち図2の第1象限および第4象限を切り込み、逆方向の場合、すなわち図2の第2象限および第3象限を戻しと判定し、この判定結果に応じて操舵状態信号 $S_{mode}$ を、切り込み時は0、戻し時は1として出力する。

【0035】

また、静止摩擦補償電流演算手段6は図3に示すように、従来の電動式パワーステアリング装置と同様に、線形項演算手段21、非線形項演算手段22と、操舵状態信号 $S_{mode}$

10

20

30

40

50

e の値によって係数  $K_{f1}$  を切り替える係数切換手段 24 を備え、従来の電動式パワーステアリング装置と同様に静止摩擦補償電流  $I_{f0}$  を求めた後、係数  $K_{f1}$  を乗じて静止摩擦補償電流  $I_f$  を算出する。この静止摩擦補償電流演算手段 6 の演算は、式 4 のように表すことができる。

【0036】

【数 4】

$$I_f = K_{f1} \cdot I_{f0} \cdots \text{式 4}$$

【0037】

ここで、例えば係数切換手段 24 の特性を表 1 のように設定すると、戻し時の静止摩擦補償電流  $I_f$  は、切り込み時の 0.7 倍となる。

10

【0038】

【表 1】

操舵状態信号 Smode	係数 $K_{f1}$
0 (切り込み時)	1
1 (戻し時)	0.7

20

【0039】

一般的に、走行時の車両の特性として、図 4 に示すようなセルフアライニングトルクがあり、進行方向に対するタイヤの回転面を横滑り角とした場合に、横滑り角を減らす方向に発生する。セルフアライニングトルクの影響で中立から切り込む場合は操舵力が重くなるが、切り込んだ状態から中立に戻す場合は操舵力が軽くなる。これに対し、実施の形態 1 によれば、上記のように戻し時の静止摩擦補償電流の係数  $K_{f1}$  を切り込み時に対して小さく設定することにより、切り込んだ状態から中立に戻すときの静止摩擦補償電流  $I_f$  が小さくなり、アシストトルクが過大になることを防止できる。これにより、操舵フィーリングを向上することができる。

30

【0040】

なお、図 1 における操舵力補助電流演算手段 5、クーロン摩擦補償電流演算手段 7、粘性摩擦補償電流演算手段 8 および慣性補償電流演算手段 9 は、代替の手段があれば置き換えてもよい。また、車両の特性上不要であれば省いてもよい。

【0041】

また、モータ角速度演算手段 3 は、モータの逆起電力によって求めたが、例えば回転センサなど代替の手段があれば置き換えてもよい。

【0042】

また、図 2 における操舵状態判定手段 18 の特性は、操舵トルク信号  $V_t$  とモータ角速度推定値 の極性によって定めたが、操舵トルク信号  $V_t$  やモータ角速度推定値 に対して不感帯やヒステリシスを設けたり、非線形な特性によって定めてもよい。

40

【0043】

実施の形態 2 .

上記実施の形態 1 では、操舵の切り込みと戻しの判定に従って静止摩擦補償電流  $I_f$  の演算の係数  $K_{f1}$  を変更することにより、切り込んだ状態から中立に戻すときにアシストトルクが過大になることを防止したが、図 5 に示すように操舵トルク信号  $V_T$  に対する窓関数 25 により静止摩擦補償電流  $I_f$  の演算の係数  $K_{f2}$  を変化させてもよい。

【0044】

50

静止摩擦補償電流演算手段6を、従来の技術同様に静止摩擦補償電流  $I_{f0}$  を求めた後、窓関数25により設定される係数  $K_{f2}$  を乗じて静止摩擦補償電流  $I_f$  を算出するように構成する。静止摩擦補償電流  $I_f$  は式5にて表すことができる。

【0045】

【数5】

$$I_f = I_{f0} \cdot K_{f2} \cdots \text{式5}$$

【0046】

ここで、窓関数25の特性を図6のように操舵トルク信号  $V_t$  が大きくなるに従って係数  $K_{f2}$  が小さくなるように設定することにより、静止摩擦補償電流  $I_f$  を操舵トルク信号  $V_t$  が小さいときのみ出力するようになる。ステアリングを切り込むに従って、操舵トルク信号  $V_t$  は大きくなるので、実施の形態1と同様に切り込んだ状態から中立に戻す時の静止摩擦補償電流  $I_f$  は小さくなり、操舵フィーリングを向上することができる。

10

【0047】

実施の形態3.

上記実施の形態1では、操舵状態信号  $S_{mode}$  により静止摩擦補償電流  $I_f$  の演算の係数  $K_{f1}$  を、上記実施の形態2では、操舵トルク信号  $V_t$  に対する窓関数25により静止摩擦補償電流  $I_f$  の係数  $K_{f2}$  を変化させたが、図7のようにこれらを組み合わせても良い。

【0048】

20

【数6】

$$I_f = I_{f0} \cdot K_{f1} \cdot K_{f2} \cdots \text{式6}$$

【0049】

式6に示すように、従来の静止摩擦補償の演算と同様に求められた  $I_{f0}$  に対して、操舵状態信号  $S_{mode}$  によって切り替わる係数  $K_{f1}$  と操舵トルク信号  $V_t$  に対する窓関数25により設定される係数  $K_{f2}$  を乗じることにより、実施の形態1および実施の形態2と同様に操舵フィーリングを向上することができる。

【0050】

実施の形態4.

30

上述の実施の形態1、実施の形態2および実施の形態3では、操舵トルク信号  $V_t$  により変化する係数  $K_{f1}$  あるいは  $K_{f2}$  を静止摩擦補償電流の演算結果である  $I_{f0}$  に対して適用したが、静止摩擦補償電流の演算の各項、すなわち線形項あるいは非線形項に対して任意に設定しても良い。

【0051】

図8では、操舵状態信号  $S_{mode}$  により切り替わる係数を  $K_{f1}$ 、操舵トルク信号  $V_t$  に対する窓関数25および窓関数26により設定される係数をそれぞれ  $K_{f2}$  および  $K_{f3}$  としており、線形項演算手段21の出力に  $K_{f1}$  を、非線形項演算手段22の出力に  $K_{f2}$  を、それぞれの項の和に対して  $K_{f3}$  を乗じている。この場合の静止摩擦補償電流  $I_f$  は式7で表される。これにより、上述の実施の形態1、実施の形態2および実施の形態3と同様に操舵フィーリングを向上することができる。

40

【0052】

【数7】

$$I_{f0} = \left. \frac{1}{K_{t \cdot n}} \cdot T_f \cdot K_{f1} + \frac{T_L}{K_t} \cdot \text{sgn}(T_f - DZ) \cdot K_{f2} \right) \cdots \text{式7}$$

$$I_f = I_{f0} \cdot K_{f3}$$

【0053】

50

実施の形態 5 .

上述の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3 および実施の形態 4 では、静止摩擦演算手段 9 における高域通過型フィルタの周波数特性は一定の値であったが、車速信号  $V_s$  に応じて変化させても良い。

【0054】

図 9 のように静止摩擦演算手段 9 の高域通過型フィルタのカットオフ周波数  $f_c$  を低下させると、低周波数域のゲインが上がるため、静止摩擦の推定値  $T_f$  の出力は大きくなる。また、一般に車両におけるセルフライニングトルクは車速が高くなるほど大きくなる。したがって、図 10 のように車速信号  $V_s$  が高くなるにつれてカットオフ周波数  $f_c$  を下げると、車速に対するセルフライニングトルクの増大分を静止摩擦補償電流  $I_f$  が増えることで補償できるため、全車速域における操舵フィーリングを向上することができる。

10

【0055】

なお、図 9 では、カットオフ周波数を低下させたが、フィルタの次数を変えることによって同様の効果を得ても良い。

【0056】

【発明の効果】

この発明に係る電動パワーステアリング装置は、以上説明したように、操舵トルクを検出するトルクセンサから出力される操舵トルク信号に基づいてモータを駆動することにより操舵補助力を発生させ、運転者の操舵力を軽減する電動式パワーステアリング装置において、ステアリング系の静止摩擦を推定した静止摩擦推定値を求める手段と、この静止摩擦推定値に基づいて静止摩擦を補償する手段を備え、この静止摩擦補償手段は、操舵トルクの方向とモータ角速度の方向が一致したとき切り込み状態、操舵トルク $\rightarrow$ の方向とモータ角速度の方向が不一致のとき戻し状態と判定し、戻し状態と判定された場合は切り込み状態と判定された場合よりも静止摩擦補償値を小さくするように補正するものであり、セルフライニングトルクの影響によって生じる切り込み時の引っかかり感、あるいは切り込んだ状態からの戻し時にアシストトルクが過大となることを防止することができ、操舵フィーリングをより向上することができる。

20

【0059】

また、補正手段は、操舵トルクの関数に応じて静止摩擦補償値を補正するものであり、操舵フィーリングを向上することができる。

30

【0061】

さらに、操舵トルクを検出するトルクセンサから出力される操舵トルク信号に基づいてモータを駆動することにより操舵補助力を発生させ、運転者の操舵力を軽減する電動式パワーステアリング装置において、ステアリング系の静止摩擦を推定した静止摩擦推定値を求める手段と、この静止摩擦推定値に基づいて静止摩擦を補償する手段を備え、この静止摩擦補償手段は、静止摩擦推定値の算出に用いるフィルタの周波数特性を車速に応じて変化させることによって、全車速域における操舵フィーリングを向上することができる。

【0062】

さらにまた、静止摩擦推定手段は、車速が高くなるにつれて静止摩擦推定値の算出に用いるフィルタのカットオフ周波数を低くすることによって、特に車速が高くなることにより増大するセルフライニングトルクを補償することができ、操舵フィーリングをより向上することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施の形態 1 のコントローラを示すブロック図。

【図 2】実施の形態 1 における操舵状態判定手段の特性を示す図。

【図 3】実施の形態 1 における静止摩擦補償電流演算手段を示すブロック図。

【図 4】一般的なセルフライニングトルクの特性を示す図。

【図 5】実施の形態 2 における静止摩擦補償電流演算手段を示すブロック図。

【図 6】実施の形態 2 における操舵トルク信号に対する窓関数の特性を示す図。

【図 7】実施の形態 3 における静止摩擦補償電流演算手段を示すブロック図。

50

【図 8】実施の形態 4 における静止摩擦補償電流演算手段を示すブロック図。

【図 9】実施の形態 5 における高域通過型フィルタの周波数特性を示す図。

【図 10】実施の形態 5 における車速に対する高域通過型フィルタのカットオフ周波数を示す図。

【図 11】従来の電動式パワーステアリング装置を示すブロック図。

【図 12】従来の電動式パワーステアリング装置の全体構成図。

【図 13】従来の電動式パワーステアリング装置における高域通過型フィルタの周波数特性を示す図。

【図 14】静止摩擦推定値の一例を示すタイミングチャート。

【図 15】従来の電動式パワーステアリング装置における静止摩擦補償電流演算手段を示すブロック図。 10

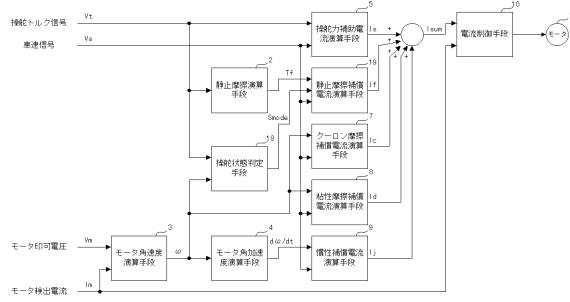
【図 16】従来の電動式パワーステアリング装置における窓関数を用いた静止摩擦補償電流演算手段を示すブロック図。

【図 17】従来の電動式パワーステアリング装置モータ角速度推定値に対する窓関数の特性を示す図。

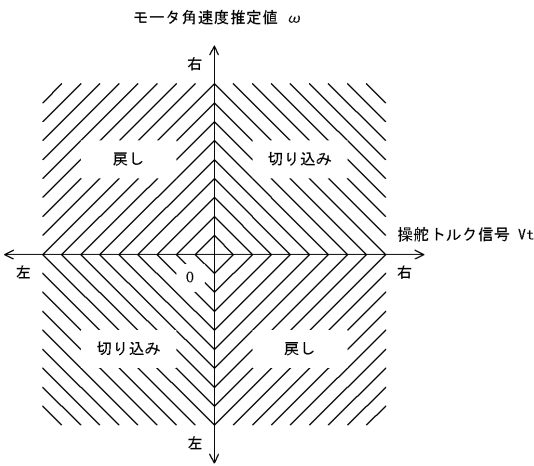
【符号の説明】

- 1 モータ
- 2 静止摩擦演算手段
- 3 モータ角速度演算手段
- 4 モータ角加速度演算手段 20
- 5 操舵力補助電流演算手段
- 6 静止摩擦補償電流演算手段
- 7 クーロン摩擦補償電流演算手段
- 8 粘性摩擦補償電流演算手段
- 9 慣性補償電流演算手段
- 10 電流制御手段
- 11 ステアリングホイール
- 12 ステアリングシャフト
- 13 車速センサ
- 14 トルクセンサ 30
- 15 減速器
- 16 コントローラ
- 17 バッテリ
- 18 操舵状態判定手段
- 21 静止摩擦補償電流演算手段の線形項演算手段
- 22 静止摩擦補償電流演算手段の非線形項演算手段
- 23 モータ角速度推定値に対する窓関数
- 24 操舵状態信号による係数切換手段
- 25 操舵トルク信号に対する窓関数

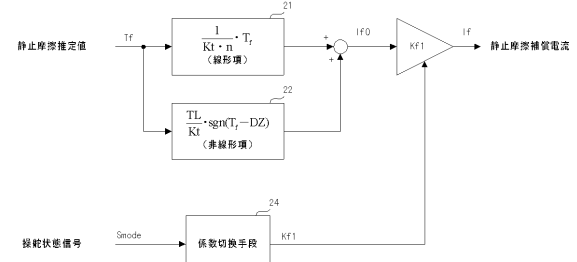
【図1】



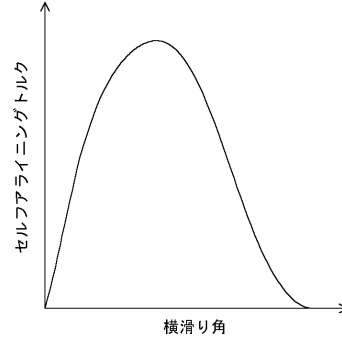
【図2】



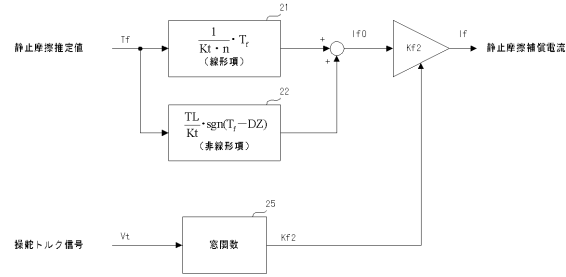
【図3】



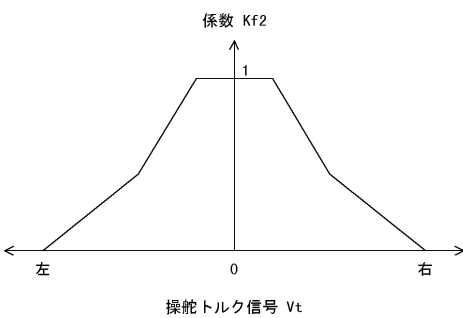
【図4】



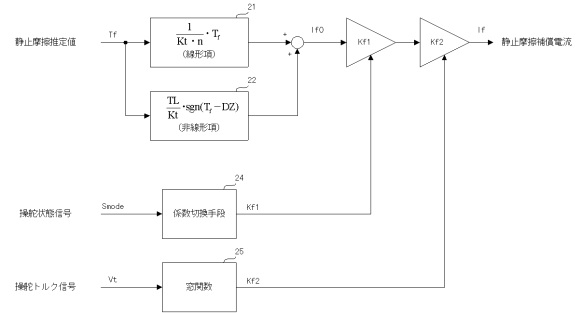
【図5】



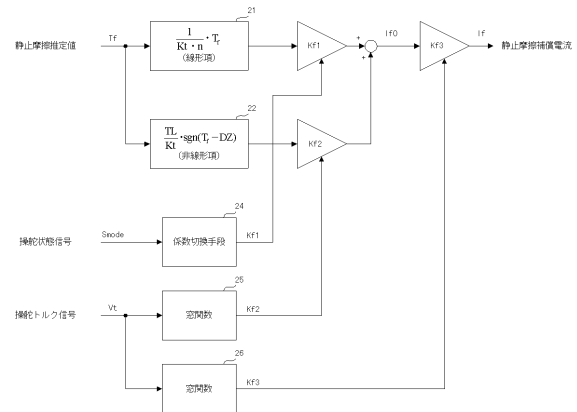
【図6】



【図7】



【図8】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 西村 裕史  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 松本 晃  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 太田垣 滋樹  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 松本 哲也  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 安立 隆彦  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 夏目 拓  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 大谷 謙仁

- (56)参考文献 特開2000-103349(JP,A)  
特開平11-049013(JP,A)  
特開平10-316005(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
B62D 6/00  
B62D 5/04